

## Process for the production of a honeycomb core from foil strip utilizing a position detector

Patent Number: US5277732

Publication

date: 1994-01-11

Inventor(s): MEIER JOHANNES (CH)

Applicant(s):: ALUSUISSE LONZA SERVICES AG (CH)

Requested

Patent: EP0531251

Application

Number: US19920919950 19920727

Priority Number

(s): CH19910002315 19910805

IPC

Classification: B31D3/02

EC

Classification: B29D31/00R, B31D3/02C, B31D3/02C4, B31D3/02D, B32B31/00A5D,

B32B31/00C3B2B

Equivalents: AU2046692, AU646965, CA2075142, CH683829, CZ9202383, DE59206097D, FI105086B, FI923513, HU213356, JP5193029, NO179137B, NO179137C, SK238392, TR26822, ZA9205539

### Abstract

Process an equipment for the production of an expanded honeycomb core from strips (10) coated at uniform intervals with strips of adhesive (6), in which the strips (10) with their adhesive strips (6) parallel and in staggered positions are stacked on top of one another and adhesively bonded together under pressure and if necessary at an elevated temperature, the stack (40) so formed being subsequently expanded, consists in the following: a strip (10) passes over a position detector (24), which from the adhesive strips (6) determines its position relative to a first end (P) of a stack (40), and which controls a positioning drive (25) and a cutting device (26). The positioning drive (25) positions the strip (10) relative to the stack (40) at its end (P), and the strip (10) is held fast. Beginning from end (P), the strip (10) is progressively bonded in the direction of the other end (Q) to the previously stacked and underlying strip (10') in such a way that the adhesive strips (6) on strip (10) lie in-between those on the underlying strip (10'). Shortly before being bonded at the other end (Q), the strip (10) is cut by the cutting device (26) to a predetermined length limited by the ends (P, Q), which determines the desired width of the honeycomb core to be produced. The process is then repeated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer : 92810588.1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **B31D 3/02, B32B 31/20, B65H 29/22**

**②② Anmeldetag : 03.08.92**

**(30) Priorität : 05.08.91 CH 2315/91**

**71) Anmelder: ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG**  
**Feldeggstrasse 4**  
**CH-8034 Zürich (CH)**

④3 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
10.03.93 Patentblatt 93/10

**(72) Erfinder : Meier, Johannes**  
**Rheinfallstr. 7**  
**CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

84 Benannte Vertragsstaaten :  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

**(54) Verfahren zum Herstellen eines Wabenkerns aus einer bandförmigen Folie, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und Verwendung des Wabenkerns zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte.**

(57) Das Verfahren zur Herstellung eines auseinandergezogenen Wabenkerns aus in gleichmässigen Abständen mit Klebstreifen (6) versehenen Streifen (10), wobei die Streifen (10) jeweils mit den Klebstreifen (6) parallel zueinander versetzt aufeinandergestapelt und unter Druck bei gegebenenfalls erhöhter Temperatur miteinander verklebt werden und anschliessend die entstandene Stapeleinheit (40) auseinandergezogen wird, besteht darin, dass ein Streifen (10) über eine Positionserfassungseinheit (24) geführt wird, welche anhand der Klebstreifen (6) die Lage relativ zu einem ersten Ende (P) einer Stapeleinheit (40) ermittelt und einen Positionsantrieb (25) sowie eine Schneideinheit (26) steuert, der Positionsantrieb (25) den Streifen (10) bezüglich der Stapeleinheit (40) am Ende (P) positioniert und der Streifen (10) dort festgehalten wird, der Streifen (10) beginnend beim Ende (P) sukzessiv in Richtung des anderen Endes (Q) mit dem vorher gestapelten darunterliegenden Streifenband (10') derart verklebt wird, dass die Klebstreifen (6) des Streifens (10) zwischen den Klebstreifen (6) des darunterliegenden Streifenbandes (10') zu liegen kommen, und der Streifen (10) kurz vor der Verklebung am anderen Ende (Q) mit Hilfe der Schneideinheit (26) auf eine vorgewählte, durch die Enden (P, Q) begrenzte Länge, welche die gewünschte Breite des herzustellenden Wabenkerns bestimmt, abgelängt wird, worauf sich der Vorgang wiederholt.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens enthält insbesondere einen Schlitten (20), der auf Führungen (30) zu den Enden (P, Q) beweglich angeordnet ist, auf dem sich die Positionserfassungseinheit (24), der Positionsantrieb (25), die Schneideinheit (26) und eine bewegliche Siegelrolle (21), mit welcher der

Druck und die gegebenenfalls erhöhte Temperatur zur Verklebung des Streifens (10) und des darunterliegenden Streifenbandes (10') bereitgestellt werden, befinden.

Das Verfahren wird unter Verwendung der Vorrichtung zur Herstellung von Verbundplatten mit metallischen Deckschichten, wobei insbesondere eine Doppelbandpresse zum Einsatz kommt, verwendet.

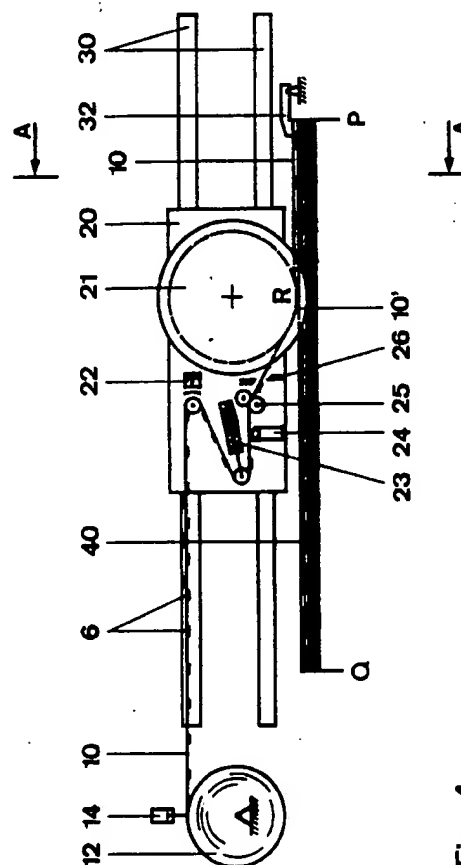


Fig. 4

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines auseinandergezogenen Wabenkerns aus einer bandförmigen Folie, welche von einer Bandrolle abgewickelt, in gleichmässigen Abständen mit Klebstreifen versehen und in Abwickelrichtung in Streifen geschnitten wird, die Streifen jeweils mit den Klebstreifen parallel zueinander versetzt aufeinander gestapelt und unter Druck miteinander verklebt und anschliessend auseinandergezogen werden. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und die Verwendung des Wabenkerns zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte.

Bei dem Verfahren gemäss GB-A-1 602 778 zur Herstellung eines Wabenkerns wird die Folie nach dem Abrollen von der Bandrolle in Längsrichtung, d.h. in Abwickelrichtung der Folie, mit Klebstreifen bestückt. Dann wird eine zweite gleichbehandelte Folie von einer zweiten Bandrolle abgewickelt und mit der ersten Folie unter Pressung verklebt. Anschliessend werden von dem intermittierend geförderten, nun zweilagigen Folienband quer zur Abwickelrichtung Streifen gleicher Breite abgeschnitten, wobei die Breite der gewünschten Wabenkernhöhe entspricht. Die Streifen werden mit den Klebstreifen zueinander versetzt gestapelt und unter Pressung verklebt und anschliessend auseinandergezogen.

Bei einem ähnlichen bekannten Verfahren werden von der Folie nach dem Abrollen von der Bandrolle durch Schnitte quer zur Abwickelrichtung Tafeln abgeschnitten, die mit den in Abwickelrichtung aufgetragenen Klebstreifen zueinander versetzt gestapelt und miteinander unter Pressung verklebt werden. Von den so gebildeten Stapeln werden wiederum in Richtung quer zur Abwickelrichtung von der Bandrolle Streifen einer der gewünschten Wabenkernhöhe entsprechenden Breite abgetrennt und dann in der gleichen Art weiterverarbeitet wie bei dem vorgenannten Verfahren.

Um ein genaues Fertigmass der Wabenkernhöhe zu erhalten, ist bei beiden Verfahren eine Nachbearbeitung durch Fräsen oder dergleichen erforderlich.

Die mit diesen bekannten Verfahren herstellbaren Wabenkerne haben eine durch die Breite der Folienbänder vorgegebene Wabenkernbreite und eine auf eine beschränkte Anzahl der zu stapelnden Streifen oder Tafeln begrenzte Wabenkernlänge. Die Bandbreite beträgt maximal etwa 180 cm, da breitere Folienbänder nicht erhältlich sind, so dass nur Wabenkernbreiten unter etwa 150 cm herstellbar sind. Ferner ist die Herstellung insbesondere wegen der Notwendigkeit, ein genaues Mass der Wabenkernhöhe durch eine gesonderte spanende Bearbeitung durch Fräsen oder dergleichen sicherzustellen, aufwendig und unwirtschaftlich, weil das oben erwähnte Abtrennen der Streifen nicht massgenau genug ist, denn an den Stellen, wo sich der Klebstoff befindet,

sind die Streifenpackungen in der Breite immer schmaler als an den anderen Stellen.

Aus der US-A-3 655 475 ist ferner ein Wabenkernherstellungsverfahren der gattungsgemässen Art bekannt, bei dem die Folienbreite etwas mehr als das Doppelte der Höhe des späteren Wabenkerns beträgt. Die Folie wird quer zur Längsrichtung einseitig in gleichem Abstand mit Klebstreifen versehen, wobei die Randbereiche und die Mitte der Folie freibleiben und die Klebstreifen so angeordnet sind, dass auf einer Hälfte der gesamten Folienbreite sich Streifen befinden und auf der anderen Hälfte der Folienbreite sich ebenfalls Streifen befinden, die jedoch gegenüber der anderen Hälfte versetzt angeordnet sind. Die Randpartien und die Mittelpartie der Folie sind klebstreifenfrei. An einem Rand der Folie und in der Nähe der Mitte, jedoch jenseits von diesem Rand, werden in Abwickelrichtung auf gleicher Höhe örtlich präzise angeordnete Lochungen angebracht. Die Folie wird anschliessend in der Mitte getrennt. Dann werden die zwei Streifen durch eine Rollenanordnung so geführt, dass die beiden Folienstreifen bei gleich orientierter Klebstreifenanordnung übereinander zu liegen kommen, d.h. die Frontseite eines Folienstreifens liegt an der Rückseite des anderen Folienstreifens an. Dabei wird die Lochung dazu genutzt, die beiden Streifen so zu plazieren, dass die Klebestreifen des einen Streifens genau auf die Mitten der Lücken des anderen Streifens zu liegen kommen. Die Doppelstreifen werden anschliessend gestapelt, unter Pressung verklebt und durch Besäumung von den nicht mit Klebstreifen versehenen Rändern befreit.

Diese Vorgehensweise führt zwar im Gegensatz zu den vorgenannten Verfahren vorteilhaft zu Wabenkernen von im Prinzip beliebiger Breite, weist jedoch den wesentlichen Nachteil auf, dass durch die Besäumung ein grosser Verlust an Folienmaterial in Kauf genommen werden muss. Zudem ist durch diese zusätzliche Bearbeitung wie bei den vorgenannten Verfahren ein genaues Endmass der Wabenkernhöhe aus vorgenannten Gründen nicht möglich.

Bekannt ist zudem, Wabenkerne der beschriebenen Art in auseinandergezogenem Zustand beidseitig mit Deckschichten sandwichartig zu einem Verbundmaterial zusammenzufügen, welches sich durch geringes Gewicht und vergleichsweise hohe Festigkeit auszeichnet. Dies ist jedoch bisher nur in Stückfertigung möglich. Es besteht jedoch Bedarf, einen preisgünstigen und ein genaues Endmass aufweisenden Wabenkern in einer Form vorrätig zu haben, die eine kontinuierliche Herstellung von Verbundplatten ermöglicht, was zumindest einen praktisch beliebig langen einstückigen Wabenkern notwendig macht.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Wabenkerns der im Oberbegriff des Anspruchs 1 beschriebenen Art zu schaffen, das einen Wabenkern praktisch beliebiger Abmessung mit sehr genauer Wabenhöhe bei gerin-

gem Aufwand und unter m"glichst voller Ausn"tzung des Folienmaterials, d.h. praktisch abfallfrei, herzustellen gestattet, und eine Vorrichtung zur Durchf"hrung des Verfahrens vorzuschlagen. Der Wabenkern soll ferner die kontinuierliche Herstellung von Verbundplatten erm"glich.

Erfindungsgem"ss wird die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren gel"st, welches sich nach dem Wortlaut des Anspruchs 1 auszeichnet. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgem"ssen Verfahrens sind durch die Merkmale der Anspr"che 2 bis 10 gekennzeichnet.

Die erfindungsgem"sse Vorrichtung zur Durchf"hrung des erfindungsgem"ssen Verfahrens ist gekennzeichnet durch die Merkmale des Anspruchs 11. Weitere vorteilhafte Ausf"hrungsformen der erfindungsgem"ssen Vorrichtung ergeben sich aus den Merkmalen der Anspr"che 12 bis 22.

Die Verwendung des erfindungsgem"ssen Verfahrens erfolgt in erfindungsgem"sser Weise zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte, wie sie durch den Anspruch 23 gekennzeichnet ist. Die weitere Ausgestaltung der erfindungsgem"ssen Verwendung kennzeichnen die Anspr"che 24 bis 28.

Besonders vorteilhaft ist es, dass bei entsprechender Wahl des Verh"ltnisses zwischen Streifenbreite und Folienbandrollenbreite quer zur Abwickelrichtung das Verfahren nach der Erfindung ein abfallloses Zerschneiden der Folie in Streifen erm"glich.

Die Streifen, die ohne besonderen Aufwand in bekannter Weise genau auf das Mass der gew"nschten Wabenkernh"he geschnitten werden k"nnen, werden vor einer Weiterverarbeitung zwischengelagert. Dies geschieht zweckm"ssigerweise dadurch, dass die Streifen zu Streifenrollen aufgewickelt werden und dann verfahrensgem"ss zum versetzten Stapeln und Verkleben unter Einwirkung erh"hter Temperatur und einer Presskraft die Streifen abgerollt und quer zur Abwickelrichtung auf die gew"nschte L"nge geschnitten werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgem"ssen Verfahrens liegt darin, dass praktisch beliebige Wabenkernbreiten erhalten werden k"nnen, weil die Streifen von den Streifenrollen abgerollt und in Richtung quer zur Abwickelrichtung, entsprechend der gew"nschten Wabenkernbreite, praktisch frei w"hlbar abgeschnitten werden k"nnen. Die erhaltene Stapel-einheit kann in der zusammengepressten Form zwischengelagert werden, wodurch der Aufwand an Lagerplatz minimiert wird, oder direkt anschliessend auseinandergezogen werden. Es ist somit nach dem erfindungsgem"ssen Verfahren, gegebenenfalls unter Benutzung der erfindungsgem"ssen Vorrichtung zur Durchf"hrung des erfindungsgem"ssen Verfahrens, m"glich, Wabenkerne mit praktisch beliebigen Abmessungen kontinuierlich zu fertigen. Ein derart kontinuierlich gefertigter Wabenkern kann in vorteil-

hafter Weise zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte mit dem auseinandergezogenen Wabenkern als Kern und mindestens einer Deckschicht verwendet werden.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den schematischen Zeichnungen. Diese zeigen beispielhaft in:

Figur 1 in perspektivischer Darstellung die Herstellung der Streifen aus einer bandf"rmigen Metallfolie,

Figuren 2a, 2b in perspektivischer Darstellung und in Seitenansicht die versetzte Anordnung der Klebstreifen, der Streifenb"nder und des Streifens,

Figuren 3a, 3b in perspektivischen Darstellungen einen Ausschnitt eines auseinandergezogenen Wabenkerns und eine einzelne Wabe daraus,

Figur 4 ein Ausf"hrungsbeispiel der Vorrichtung zur Herstellung des Wabenkerns in Seitenansicht,

Figur 5 einen Schnitt A-A von Figur 4 mit weiteren Details,

Figuren 6, 7 weitere Ausf"hrungsbeispiele von Vorrichtungen zur Herstellung eines Wabenkerns in Seitenansichten und,

Figur 8 die Verwendung des Wabenkerns zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte.

Gem"ss Figur 1 wird von einer Bandrolle 2 eine Metallfolie 4 in Richtung des Pfeils F abgewickelt und in Querrichtung zur Abwickelrichtung in gleichm"ssigen Abst"nden A mit Klebstreifen 6 versehen. Die Klebstreifen 6 werden z.B. an einer Trockenstation 8 getrocknet. Sie haften fest an der Folie 4, weisen aber bei oberfl"chlicher Ber"hrung mit weiterer Metallfolie keine Klebwirkung auf. Mittels eines nicht dargestellten Schneidwerkzeuges wird die Folie 4 bei 11 in Streifen 10 gleicher Breite T geschnitten. Die Streifen 10 werden zu Streifenrollen 12 aufgewickelt und zwischengelagert. Vorteilhaft ist es, die Breite der bandf"rmigen Metallfolie 4 bzw. die Breite T der Streifen 10 so zu w"hlen, dass ein abfallloses Zerschneiden der Metallfolie 4 in Streifen 10 erfolgt. Es ist ersichtlich, dass Streifen 10 von beliebiger L"nge geschnitten und zu Streifenrollen 12 aufgewickelt werden k"nnen.

Gem"ss Figur 2a wird ein St"ck des Streifens 10 von der Streifenrolle 12 abgewickelt, auf das oberste Streifenband 10' eines Stapels von Streifenb"ndern 10' derart positioniert, dass die Klebstreifen 6 des Streifens 10 und des obersten Streifenbandes 10' gegeneinander versetzt sind, bevorzugt derart gegeneinander versetzt sind, dass die Klebstreifen 6 des Streifens 10 in die Mitten der klebstreifenfreien L"cken des oberen Streifenbandes 10' zu liegen kommen. Der Streifen 10 wird anschliessend auf die gew"nschte L"nge  $L_L$  bei 15 geschnitten. Durch mehrfache Wiederholung dieses Vorganges entsteht eine Stapel-einheit 40 mit alternierend versetzt angeordneten Klebstreifen 6 der Streifenb"nder 10', wenn der

Streifen 10 bzw. die einzelnen Streifenbänder 10' jeweils mit den benachbarten Streifenbändern 10' unter Ausübung von Druck und je nach verwendetem Klebstoff und gegebenenfalls erhöhter Temperatur durch die Klebstreifen 6 miteinander verbunden sind. Als Klebstoff wird vorzugsweise ein Schmelzkleber verwendet, der zur Verklebung des Streifens 10 und des Streifenbandes 10' eine erhöhte Temperatur erfordert. Im zusammengepressten Zustand kann die Stapeleinheit 40 zwischengelagert werden.

Werden, wie es Figur 2b zeigt, die Klebstreifen 6 mit gleichmässiger Breite  $a$  auf dem Streifen 10 so angeordnet, dass die klebstreifenfreie Lücke  $A$  das Dreifache von  $a$  ist, - d.h.  $A = 3a$  -, und erfolgt das Uebereinanderliegen der einzelnen Streifen 10 bzw. der Streifenbänder 10' in obgenannter bevorzugter Weise, so bildet sich beim Auseinanderziehen der Stapeleinheit 40 ein Wabenkern 41 mit hexagonalen Waben, wie er in Figur 3a dargestellt ist. Figur 3b zeigt eine einzelne hexagonale Wabe 80. Durch das Auseinanderziehen der Stapeleinheit 40 verringert sich dessen Breite, welche ursprünglich der Streifenlänge  $L_u$  entsprach, auf die Breite  $L$ . Die Wabenkernlänge  $W$  ist abhängig von der gestapelten Anzahl Streifenbänder 10' und kann somit frei gewählt werden. Dies macht die kontinuierliche Herstellung von Verbundplatten 90 mit auseinandergezogenem Wabenkern 41 und mindestens einseitiger Deckschicht 42 möglich, indem beispielsweise von einem Zwischenlager die noch zusammengepresste Stapeleinheit 40 einer kontinuierlichen Verbundplattenfertigung zugeführt wird, was später mit Figur 8 detailliert beschrieben wird.

Mit Hilfe der Vorrichtung gemäss Figur 4 kann die versetzte Anordnung der Klebstreifen 6 der Streifenbänder 10' und des Streifens 10 bewirkt werden. Ein Schlitten 20 ist auf Führungen 30 beweglich angeordnet. Auf dem Schlitten 20 befinden sich eine Positionserfassungseinheit 24, ein Positionsantrieb 25, eine Schneideinheit 26 und eine anhebbare Siegelrolle 21 zum Verkleben des Streifens 10 mit dem obersten Streifenband 10'. Die Beweglichkeit des Schlittens 20 ist derart, dass die Siegelrolle 21 mit ihrem Scheitelpunkt  $R$  eine unter ihr angeordnete Wabensammeleinheit 60, in der die Streifenbänder 10' und der Streifen 10 zu einer Stapeleinheit 40 zusammengefügt werden, mindestens über ihre gesamte Breite  $L_u$ , d.h. mindestens zu den Endpunkten  $P$  und  $Q$ , fahren kann. An einem Ende  $P$  der Stapeleinheit 40 befindet sich ein Klemmstück 32 zum Festhalten des Streifens 10. Die Siegelrolle 21 ist senkrecht anhebbar und vorzugsweise beheizbar. Sie kann je nach Steuerung während der Fahrt zu den Enden  $P$  und  $Q$  auf den Streifen 10 und mindestens das oberste Streifenband 10' unter gegebenenfalls gleichzeitiger Erwärmung derselben Druck ausüben, wobei der Streifen 10 mit dem obersten Streifenband 10' verklebt wird. Die Erwärmung ist, wie vorher bereits

erwähnt, bei Klebstoffen notwendig, die nach oder bei erhöhter Temperatur Klebwirkung entfalten.

Von der Streifenrolle 12 wird ein Streifen 10 abgezogen und mit der Positionserfassungseinheit 24 die genaue Lage der Klebstreifen 6 erfasst. Die Klebstreifen 6 dienen zugleich als Steuermarken für das versetzte Positionieren des Streifens 10 relativ zum obersten Streifenband 10' der Stapeleinheit 40. Der Positionsantrieb 25 schiebt nun den Streifen 10 so weit unter das Klemmstück 32, dass die Klebstreifen 6 genau um das Mass  $2a$  versetzt zu den Klebstreifen 6 des darunterliegenden Streifenbandes 10' zu liegen kommen. Das Klemmstück 32 hält den Streifen 10 in dieser Position fest. Diese Position bestimmt die Position des nachfolgenden aufeinanderzustapelnden Streifens. Vor, während oder nach der Positionierung des Streifens 10 fährt der Schlitten 20 in Richtung des Endes  $P$ , bis der Scheitelpunkt  $R$  der Siegelrolle 21 über dem Ende  $P$  steht, worauf sich die Siegelrolle 21 absenkt und auf den Streifen 10 bzw. die Stapeleinheit 40 unter gegebenenfalls gleichzeitiger Erwärmung desselben/derselben Druck ausübt. Im abgesenkten Zustand der Siegelrolle 21 fährt der Schlitten 20 in Richtung des anderen Endes  $Q$ , bis der Scheitelpunkt  $R$  der Siegelrolle 21 das andere Ende  $Q$  erreicht. Kurz vor Erreichen des anderen Endes  $Q$  wird mit Hilfe der Schneideinheit 26 der Streifen 10 auf die vorgewählte, durch die Enden  $P$  und  $Q$  begrenzte Länge  $L_u$ , welche von der gewünschten Breite  $L$  des herzustellenden Wabenkerns 41 abhängig ist, abgelängt. Durch diesen Anpress- und Wärmeübertragungsvorgang wird der Streifen 10 mit dem obersten Streifenband 10' verklebt. Der Streifen 10 wird nun als Teil der Stapeleinheit 40 zum Streifenband 10'. Anschliessend wiederholt sich der gesamte Vorgang von vorne, d.h. beginnend mit der Erfassung der Position der Klebstreifen 6 des Streifens 10 auf der Streifenrolle 12 und Zuführung desselben zu dem Ende  $P$ . Durch die ständige Wiederholung dieser Vorgänge entsteht eine kontinuierlich wachsende Stapeleinheit 40, die zu einem auseinandergezogenen Wabenkern 41 von praktisch beliebiger Länge  $W$  und Breite  $L$  führt.

Figur 5 zeigt den Schnitt A-A von Figur 4 mit weiteren Details. Es sind die Wabensammeleinheit 60 und die Siegelrolle 21 gezeigt. Die Wabensammeleinheit 60 besteht aus einem absenkbaren Tisch 33 und Klemmbacken 34. Die Siegelrolle 21 drückt mit Hilfe der Druckzylinder 35 auf die Stapeleinheit 40, welche auf dem absenkbaren Tisch 33 lagert. Die Ebene des Tisches 33 verläuft parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens 20 und ist nur in der Anfangsphase zur Durchführung des Verfahrens unter Zuhilfenahme der Vorrichtung notwendig. Sobald sich aus der mehrfachen Verklebung von Streifenbändern 10' eine Stapeleinheit 40 von einer derartigen Höhe gebildet hat, dass Klemmbacken 34, welche quer zur Andruckrichtung der Siegelrolle 21

mittels einer Kraft andrückbar und wegbewegbar sind, an die Stapeleinheit 40 angelegt werden können, kann der Tisch 33 entfallen. Die an die Stapeleinheit 40 angelegten Klemmbacken 34 halten dann allein die Stapeleinheit 40 in Position, so dass die Presskraft von der Siegelrolle 21 ausgehend auf die Stapeleinheit 40 bzw. auf den Streifen 10 und das oberste Streifenband 10' einwirken kann. Im Verlauf der Durchführung des Verfahrens steigt die Höhe der Stapeleinheit 40 an. Damit ein konstanter Anpressdruck durch die Siegelrolle 21 gewährleistet ist, wird der von den Druckzylindern 35 ausgeübte Druck gesteuert und/oder die Stapeleinheit 40 durch Absenken bei gelösten Klemmbacken 34 in nicht dargestellter Weise geringfügig abgesenkt. Zur Absenkung kann in der Anfangsphase auch der Tisch 33 genutzt werden.

Bei der bisher beschriebenen Verfahrensweise unter Verwendung einer Vorrichtung, wie sie schematisch in Figur 4 dargestellt ist, weist bei der sich wiederholenden Fahrt des Schlittens 20 von beispielsweise dem Ende Q zum Ende P und zurück zum anfänglichen Ende Q nur die halbe Fahrt -- wie beschrieben nämlich nur die Fahrt vom Ende P nach Q -- der Siegelrolle 21 eine aktive Funktion auf. Um während der gesamten Fahrt die Siegelrolle 21 aktiv einzusetzen und damit die Effizienz der Vorrichtung zu erhöhen, ist eine Vorrichtung gemäß Figur 6 vorgesehen. Mindestens die auf dem Schlitten 20 montierten vorher beschriebenen notwendigen Aggregate 24, 25 befinden sich nun darauf in doppelter Ausführung. Sie sind von der Mitte des Schlittens gesehen spiegelbildlich auf jeweils einer Seite 1, r angeordnet. Die linke Seite 1 dient der Zuführung des Streifens 10, welcher von der Streifenrolle 12 stammt. Ihr zugeordnet ist das Klemmstück 32 am Ende P. Die rechte Seite r dient der Zuführung des Streifens 10\*, welcher von der Bandrolle 12\* stammt. Dieser Seite r zugeordnet ist das Klemmstück 32\* beim Ende Q. Fährt der Schlitten 20 in beschriebener Weise unter Ausübung von Druck und gegebenenfalls bei erhöhter Temperatur auf die Stapeleinheit 40 bzw. den abgelegten Streifen 10 vom Ende P zum Ende Q, so nimmt der Schlitten den Streifen 10\* über die auf der rechten Seite r desselben angeordneten Aggregate mit und positioniert diesen am Ende Q in analoger Weise wie den vorher positionierten Streifen 10. Nach einer kurzen Anhebung der Siegelrolle 21 am Ende Q wird der Streifen 10\* mit Hilfe des Klemmstücks 32\* dort festgehalten, worauf ein neuer Streifen 10 bei der Fahrt des Schlittens 20 vom Ende Q in Richtung Ende P mitgeführt wird und sich dabei die Siegelrolle 21 zur Verklebung des Streifens 10\* im abgesenkten Zustand befindet, d.h. unter Ausübung von Druck und Wärme den Streifen 10\* mit dem darunterliegenden, nicht dargestellten Streifenband 10' der Stapeleinheit 40 verklebt. Bei jeder Fahrt des Schlittens 20 vom Ende P zum Ende Q und vom Ende Q zum Ende P wird so-

mit immer ein Streifen 10 oder 10\* verklebt.

Das eben anhand von Figur 6 erläuterte Prinzip der Erhöhung der Effizienz der Vorrichtung kann in einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform noch wirtschaftlicher gestaltet werden, indem zur Positionierung der Streifen 10 an den jeweiligen Enden P bzw. Q mehrere Positionserfassungseinheiten 24 und Positionsantriebe 25 auf jeweils einer Seite 1, r des Schlittens 20 montiert sind, welche bei einer Fahrt des Schlittens 20 von einem Ende P bzw. Q zum anderen Ende Q bzw. P die Streifen 10 einer Seite 1, r des Schlittens 20 mitführen und diese Streifen 10 am entsprechenden Ende P, Q nacheinander positioniert und festgehalten werden, worauf diese bei der Fahrt des Schlittens 20 unter Ausübung von Druck bei gegebenenfalls erhöhter Temperatur durch die abgesenkte Siegelrolle 21 mit dem obersten Streifenband 10' der Stapeleinheit 40 verklebt werden. Bei einer solchen Anordnung der Vorrichtung ist es notwendig, dass die Siegelrolle 21 einen derart hohen Druck auf die Stapeleinheit 40 bzw. auf die abgelegten Streifen 10 ausübt und gegebenenfalls gleichzeitig eine genügend hohe Temperatur aufweist, die die Streifen 10 und das oberste Streifenband 10' der Stapeleinheit 40 derart erwärmt werden, dass eine Verklebung der Streifen 10 und des obersten Streifenbandes 10' der Stapeleinheit 40 bewirkt wird. Darüber hinaus ist bei mindestens teilweiser gleichzeitiger Positionierung der Streifen 10 eine Justierung der Streifen 10 untereinander notwendig, damit die Klebstreifen 6 der benachbarten Streifen 10 in versetzter Anordnung vorliegen.

Eine andere Anordnung, der das Prinzip der Erhöhung der Effizienz der Vorrichtung zugrunde liegt, zeigt Figur 7 in stark vereinfachter Weise. Von einem Satz Streifenrollen 111 wird eine erste Anzahl 101 Streifen 10 mit auf Lücke versetzter Anordnung der Klebstreifen 6 gleichzeitig von einer Positionserfassungseinheit 241 bei der Bewegung des Schlittens 20 in Richtung des Endes P geführt, positioniert und festgehalten und bei der anschließenden Bewegung des Schlittens 20 zurück in Richtung des anderen Endes Q wird von einem Satz Streifenrollen 112 eine zweite Anzahl 102 Streifen 10 mit auf Lücke versetzter Anordnung der Klebstreifen 6 gleichzeitig von einer zweiten Positionserfassungseinheit 242 zum Ende Q geführt, dort positioniert und festgehalten. Mit Ausnahme des kurzen Anhebens der Siegelrolle 21 für die Positionierung und das Festhalten ist die Siegelrolle 21 während der Fahrbewegung ständig in der Andruckposition, so dass sowohl die Anzahl 101 Streifen 10 und die Anzahl 102 Streifen 10 untereinander als auch mit dem obersten Streifenband 10' der Stapeleinheit 40 verklebt werden. Wie aus Figur 7 ferner hervorgeht, können in analoger Weise noch jeweils an den beiden Enden P, Q eine weitere Anzahl 121, 122 Streifen 10 zugeführt werden. Selbstverständlich muss dementsprechend die Siegelrolle 21

ausgestaltet sein, so dass sie die Anzahl 101 und 121 bzw. 102 und 122 Streifen 10 und mindestens das oberste Streifenband 10' der Stapeleinheit zur ausreichenden Verklebung gegebenenfalls erwärmen und zusätzlich den nötigen Druck aufbringen kann.

Figur 8 zeigt die Verwendung des nach dem erfindungsgemässen Verfahren, vorzugsweise unter Nutzung der erfindungsgemässen Vorrichtung, gefertigten Stapeleinheit 40 zur Herstellung einer Verbundplatte 90 mit einem auseinandergezogenen Wabenkern 41 und Deckschichten 42. Die mäanderförmig gelagerte Stapeleinheit 40 durchläuft eine Auseinanderziehvorrückung 48, welche im wesentlichen aus zwei beidseits der Stapeleinheit 40 angeordneten drehbaren Rollen 50 besteht, die oberflächlich mit Bürsten 49 versehen sind. Die Bürsten wirken auf die Streifenbänder 10' der Stapeleinheit 40 quer zur Stapelrichtung ein, indem ein nicht gezeigter Antrieb der Rollen 50 die Stapeleinheit 40 mit höherer Geschwindigkeit fördert, als dieser die Wabensammeleinheit 60 verlässt. Dies kann vorteilhaft in einfacher Weise dadurch geschehen, dass vor der Zuführung zu den Rollen 50 auf die Stapeleinheit 40 eine Rückhaltekraft einwirkt, die durch den Antrieb der Rollen 50 ausgeübte Zugkraft bremst. Die Rückhaltekraft wird durch eine beidseits der Stapeleinheit 40 angeordnete Bremsvorrichtung 52, insbesondere durch beidseits angeordnete Bürstenleisten bewirkt. Nach dem Durchlaufen der Rollen 50 ist die Stapeleinheit 40 zu einem expandierten Wabenkern 41 auseinandergezogen. Dieser auseinandergezogene Wabenkern 41 wird beidseits an den Stirnkanten 82 der Wabenzellen 80 mit Klebstoff, vorzugsweise in Form von Folien 84, versehen, worauf die Deckschichten 42 aufgelegt werden. Das aus dem Wabenkern 41 mit beidseits angeordneten Klebfolien 84 und darüberliegenden Deckschichten 42, welche insbesondere Aluminiumdeckschichten sind, bestehende Sandwich wird einer Durchlaufpresse 70 zugeführt und dort zu einer Verbundplatte 90 verbunden. Durch Abstimmung der Laufgeschwindigkeiten der Durchlaufpresse 70 und des Antriebs der Rollen 50 wird eine kontinuierliche Verbundplattenherstellung erreicht. Mit gezielt leichter Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Durchlaufpresse 70 kann vorzugsweise auch das Auseinanderziehen des Wabenkerns 41 zumindest unterstützt werden. Zum Zweck der optimalen Bereitstellung von Klebstoff an den Stirnkanten 82 der Wabenzellen 80 ist es von besonderem Vorteil, wenn die Klebstoffolie 84, wie in Figur 8 gezeigt, nach dem Auflegen auf den auseinandergezogenen Wabenkern 41 mit einem heissen gasförmigen Medium, insbesondere Heissluft, beaufschlagt wird. Dies geschieht in einfacher Weise durch beidseits des auseinandergezogenen Wabenkerns 41 angeordnete Heissluftgebläse 86. Diese bzw. diese Vorgehensweise bewirken/bewirkt, dass die Klebstoffolie 84 aufweicht, bzw. aufschmilzt und nur an den Stirnkanten 82 der Wabenzellen 80

haften bleibt. Der Vorgang läuft so ab, dass die Klebstoffolie 84 über dem Inneren 81 der Wabenzellen 80 aufplatzt und durch die Spannung der Folie 84 bzw. die Klebstoffoberflächenspannung der Klebstoff sich vom Innern 81 der Wabenzellen 80 zu deren Stirnkanten 82 zurückzieht.

Die kontinuierlich hergestellte Verbundplatte 90 kann in an sich bekannter Weise durch eine Schneidvorrichtung 72 auf das gewünschte Mass abgelängt werden.

## Patentansprüche

**Anspruch 1** Verfahren zum Herstellen eines auseinandergezogenen Wabenkerns (41) aus einer bandförmigen Folie (4), welche von einer Bandrolle (2) abgewickelt, in gleichmässigen Abständen (A) mit Klebstreifen (6) versehen und in Abwickelrichtung (F) in Streifen (10) geschnitten wird, die Streifen (10) jeweils mit den Klebstreifen (6) parallel zueinander versetzt aufeinandergestapelt und unter Druck miteinander unter Bildung einer Stapeleinheit (40) mit den Enden (P, Q) verklebt und auseinandergezogen werden, dadurch gekennzeichnet,

dass die bandförmige Folie (4) in Streifen (10) mit einer Breite, die der gewünschten Wabenkernhöhe (T) entspricht, geschnitten wird, ein Streifen (10) über eine Positionserfassungseinheit (24) geführt wird, welche anhand der Klebstreifen (6) die Lage relativ zu einem ersten Ende (P) der Stapeleinheit (40) ermittelt und über eine elektronische Steuereinheit einen positionsantrieb (25) sowie eine Schneideinheit (26) steuert, der Positionsantrieb (25) den Streifen (10) bezüglich der Stapeleinheit (40) am Ende (P) derart positioniert, dass die Klebstreifen (6) des Streifens (10) zwischen den Klebstreifen (6) des darunterliegenden Streifenbandes (10') zu liegen kommen und der Streifen (10) am Ende (P) festgehalten wird, der Streifen (10) beginnend beim Ende (P) sukzessiv in Richtung des anderen Endes (Q) mit dem vorher gestapelten darunterliegenden Streifenband (10') verklebt wird, und der Streifen (10) kurz vor der Verklebung am anderen Ende (Q) mit Hilfe der Schneideinheit (26) auf eine vorgewählte, durch die Enden (P, Q) begrenzte Länge ( $L_u$ ), welche die gewünschte Breite (L) des herzustellenden Wabenkerns (41) bestimmt, abgelängt wird, worauf sich der Vorgang wiederholt.

**Anspruch 2** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionsantrieb (25) auf einem im wesentlichen parallel zur Oberfläche und mindestens über die ganze Länge ( $L_u$ ) der gestapelten Streifenbänder (10) beweglichen Schlitten (20) montiert ist und bei einer ersten Fahrbewegung des Schlittens (20) in Richtung des ersten Endes (P) zunächst den Streifen (10) bis in die Nähe des Endes (P) unter gleichzeitiger Ermittlung der Lage der Kleb-



streifen (6) relativ zum Ende (P) fährt, das Ende des Streifens (10) am Ende (P) positioniert und festgehalten wird, bei einer anschliessenden zweiten Fahrbewegung des Schlittens (20) in Richtung des anderen Endes (Q) auf den Streifen (10) und mindestens das zuletzt abgelegte Streifenband (10') ein Druck derart ausgeübt wird, dass der Streifen (10) über die Länge ( $L_w$ ) der gestapelten Streifenbänder (10') mit dem zuletzt gestapelten Streifenband (10') verklebt wird, wonach sich die Fahrbewegungen des Schlittens (20) wiederholen.

**Anspruch 3** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Streifen (10) gleichzeitig mit versetzter Anordnung der Klebstreifen (6) über eine Positionserfassungseinheit (24) geführt und gleichzeitig übereinander positioniert, festgehalten und verklebt werden.

**Anspruch 4** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Streifen (10) gleichzeitig über jeweils eine jedem Streifen (10) zugeordneten Positionserfassungseinheit (24) geführt und mit auf Lücke versetzter Anordnung der Klebstreifen (6) gleichzeitig übereinander positioniert, festgehalten und verklebt werden.

**Anspruch 5** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Streifen (10) oder eine erste Anzahl (101) Streifen (10) mit auf Lücke versetzter Anordnung der Klebstreifen (6) gleichzeitig über eine erste Positionserfassungseinheit (24) oder eine der ersten Anzahl (101) Streifen (10) entsprechenden Anzahl oder weniger Positionserfassungseinheiten (241) bei der Bewegung des Schlittens (20) in Richtung des Endes (P) geführt und positioniert und anschliessend festgehalten wird und ein zweiter Streifen (10) oder eine zweite Anzahl (102) Streifen (10) mit auf Lücke versetzter Anordnung der Klebstreifen (6) gleichzeitig über eine zweite Positionserfassungseinheit (24) oder eine, der zweiten Anzahl (102) Streifen (10) entsprechenden Anzahl oder weniger Positionserfassungseinheiten (242) bei der Bewegung in Richtung des anderen Endes (Q) geführt und positioniert wird, wobei die jeweils bereits positionierte und festgehaltene Anzahl (101 bzw. 102) Streifen (10) miteinander und mit dem darunterliegenden Streifenband (10') bzw. der positionierte und festgehaltene Streifen (10) mit dem darunterliegenden Streifenband (10') über die Länge ( $L_w$ ) verklebt wird.

**Anspruch 6** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Streifen (10) von einer Streifenrolle (12) abgewickelt werden.

**Anspruch 7** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Klebstreifen (6) ein Kleber mit gegenüber dem Streifenmaterial herabgesetztem Reflexionsvermögen verwendet wird.

**Anspruch 8** Verfahren nach Anspruch 7, da-

durch gekennzeichnet, dass der Kleber zur Verminderung der Reflexion einen Farbstoff enthält.

**Anspruch 9** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verklebung bei erhöhter Temperatur erfolgt.

**Anspruch 10** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebstreifen (6) des Streifens (10) in der Mitte zwischen dem Klebstreifen (6) des darunterliegenden Streifenbandes (10') zu liegen kommen.

**Anspruch 11** Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionserfassungseinheiten (24, 241, 242) mindestens ein Positionsantrieb (25), mindestens eine Schneideinheit (26) und eine anhebbare Siegelrolle (21) zum Verkleben des/der Streifen/s (10) mit dem obersten Streifenband (10') der Stapelunit (40) auf einem Schlitten (20) montiert sind, der auf Führungen (30) derart beweglich angeordnet ist, dass die Siegelrolle (21) mit ihrem Scheitelpunkt (R) eine unter ihr angeordnete Wabensammeleinheit (60) über ihre gesamte Breite ( $L_w$ ) überstreichen kann, die Einwirkung des Drucks und der erhöhten Temperatur auf den/die Streifen (10) und zumindest das oberste Streifenband (10') durch die Siegelrolle (21) bewirkt wird und mindestens an einem Ende der Wabensammeleinheit (60) ein Klemmstück (32) zum Festhalten des/der Streifen/s (10) angeordnet ist.

**Anspruch 12** Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (20) vor der Positionserfassungseinheit (24) einen Streifenstopper (22) zum Festhalten des Streifens (10) während der Stillstandsphase des Positionsantriebs (25) sowie eine Bandzugsregelung (23) aufweist.

**Anspruch 13** Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Konstanthaltung der Spannung des Streifens (10) zwischen der Positionserfassungseinheit (24) und dem Streifenstopper (22) eine Bandzugsregelung (23) und gegebenenfalls bei Vorhandensein einer Streifenrolle (12) eine auf diese einwirkende Bandbremse (14) angeordnet ist.

**Anspruch 14** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wabensammeleinheit (60) aus mindestens einem Paar parallel zur Richtung des sich aufbauenden Stapelunit (40) angeordneten Klemmbacken (34) besteht, wobei mindestens eine Klemmbacke (34) spreizbar ist.

**Anspruch 15** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Anfahren die Wabensammeleinheit (60) aus einem parallel zu den Führungen (30) angeordneten und quer dazu absenkbaaren Tisch (33) besteht.

**Anspruch 16** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Siegelrolle (21) beheizbar ist.

**Anspruch 17** Vorrichtung nach einem der An-



sprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck der Siegelrolle (21) zur Verklebung des/der Streifen/s (10) und dem obersten Streifenband (10') der Stapeleinheit (40) durch mindestens einen Druckzylinder (35) bewirkt und gesteuert wird, vorzugsweise in Verbindung mit der Absenkung des Tisches (33).

**Anspruch 18** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionserfassungseinheit (24) eine Fotozelle ist.

**Anspruch 19** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich auf dem Schlitten (20) auch die Streifenrolle/n (12) befindet/en.

**Anspruch 20** Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zum Auseinanderziehen der die Wabensammeleinheit (60) verlassenden Stapeleinheit (40) zu einem auseinandergezogenen Wabenkern (41) mindestens eine die ganze Länge ( $L_w$ ) der Stapeleinheit (40) erfassende, oberflächlich mit Bürsten (49) versehene, drehbare Rolle (50) angeordnet ist, welche Bürsten (49) quer zur Stapelrichtung auf die Streifenbänder (10') der Stapeleinheit (40) ziehend einwirken und sich zwischen der/den Rollen (50) und der Stapeleinheit (40) eine Bremsvorrichtung (52) befindet, die eine Rückhaltekraft auf die Stapeleinheit (40) ausübt, die kleiner ist als die Zugkraft der mit den Bürsten (49) versehene/n Rolle/n (50).

**Anspruch 21** Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Rolle (50) mit einem Antrieb versehen ist.

**Anspruch 22** Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrichtung (52) eine mindestens einseitig über eine die ganze Länge ( $L_w$ ) der Streifenbänder (10') erfassende Bürstenleiste ist.

**Anspruch 23** Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, vorzugsweise unter Nutzung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22, zur kontinuierlichen Herstellung einer Verbundplatte (90) mit auseinandergezogenem Wabenkern (41) und mindestens einer Deckschicht (42).

**Anspruch 24** Verwendung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Wabenkerns (41) die bandförmige Folie (4) und die Deckschicht (42) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen.

**Anspruch 25** Verwendung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Wabenkerns (41) eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22 eingesetzt wird.

**Anspruch 26** Verwendung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass zur kontinuierlichen Herstellung der Verbundplatte (90) eine Doppelbandpresse (70) eingesetzt wird.

**Anspruch 27** Verwendung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass

zum Aufbringen eines Klebers auf die Kanten (82) der Waben (80) zum Zweck des Verbindens der Deckschicht/en (42) mit dem auseinandergezogenen Wabenkern (41) ein Klebstoff, vorzugsweise in Form einer Folie (84), auf den auseinandergezogenen Wabenkern (41) aufgelegt und anschliessend die Folie (84) mit Wärme und einem gasförmigen Medium, insbesondere mit Heissluft, beaufschlagt wird, wodurch die Folie (84) im Bereich des Inneren (81) der Waben- zelle (80) aufreißt und an den Stirnkanten (82) der Wabenzelle (80) haften bleibt.

**Anspruch 28** Verwendung nach einem der Ansprüche 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Wabenkern (41) hexagonale Wabenzellen (80) aufweist.

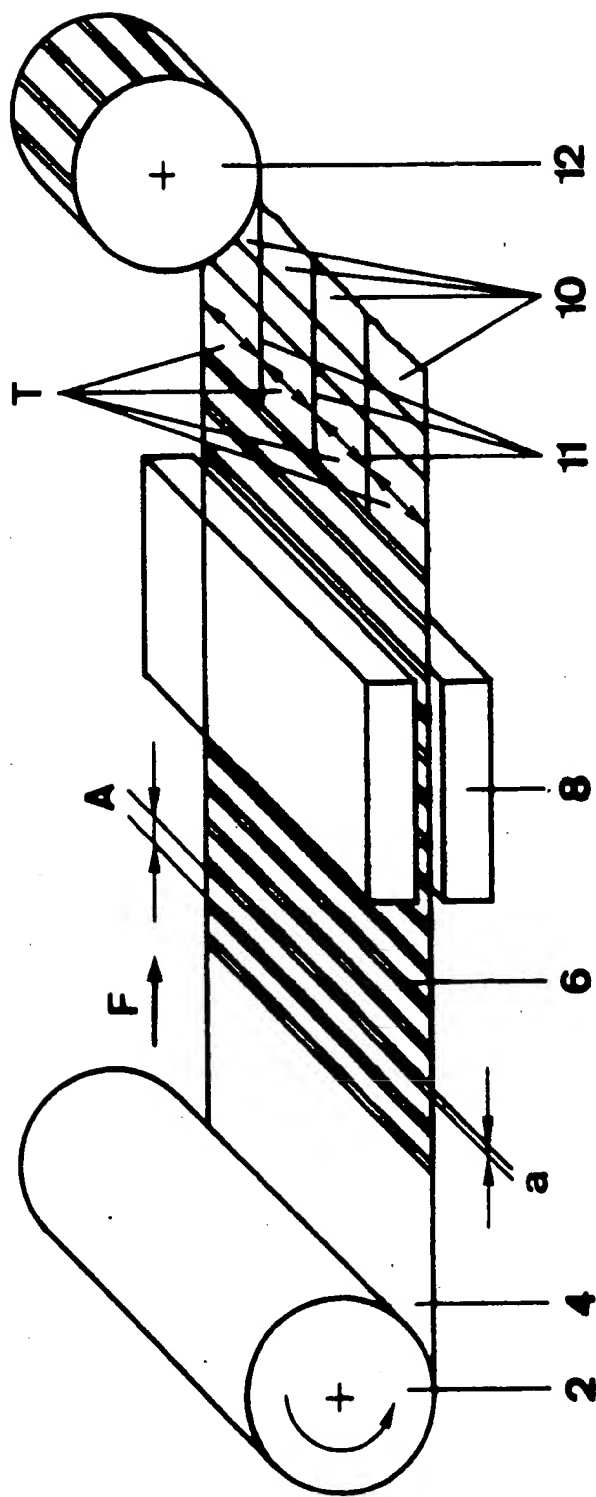


Fig. 1

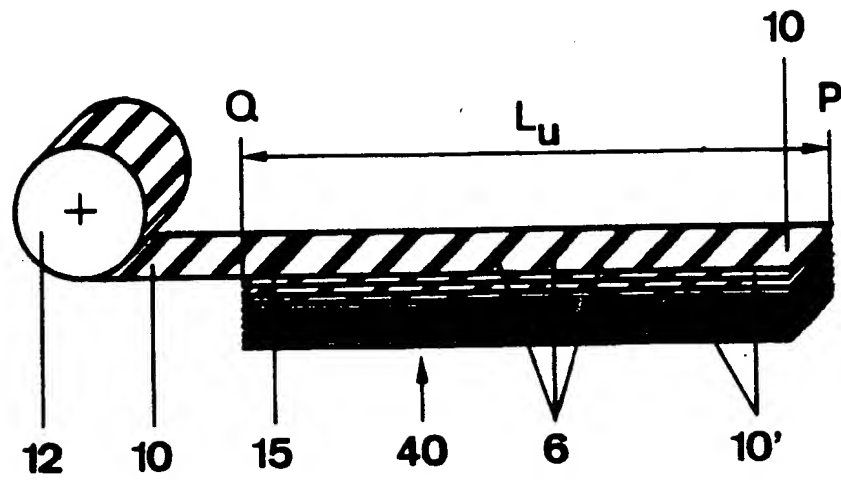


Fig. 2a

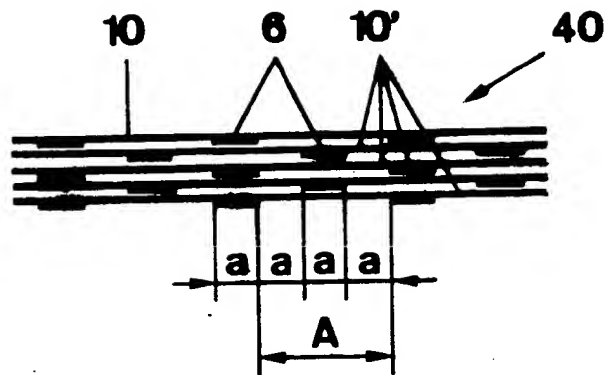
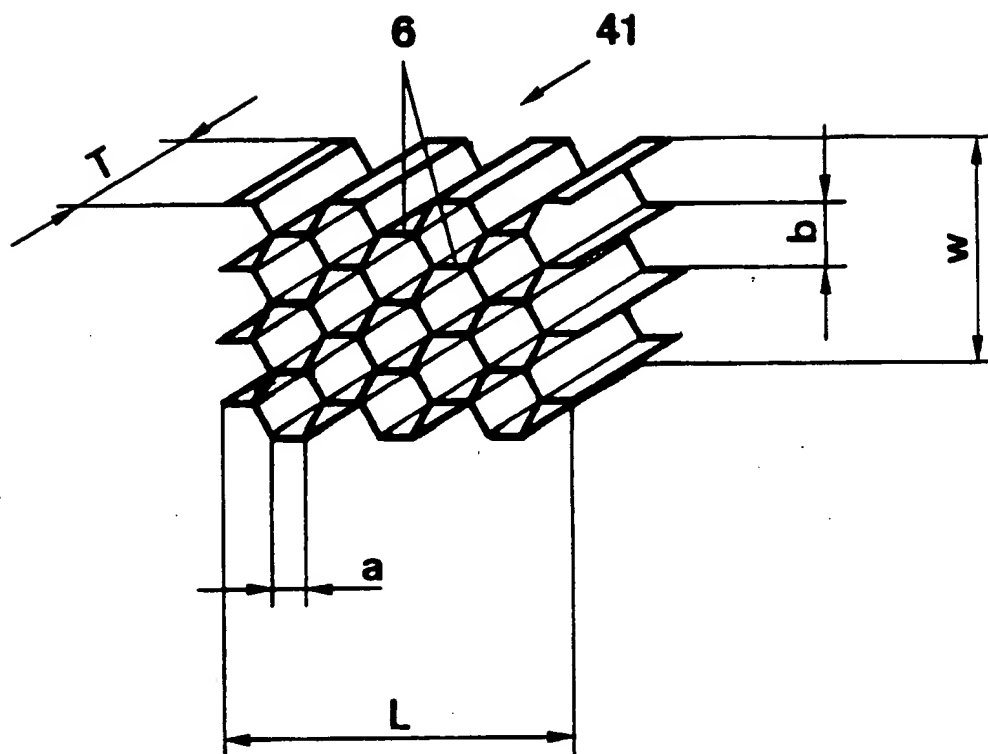
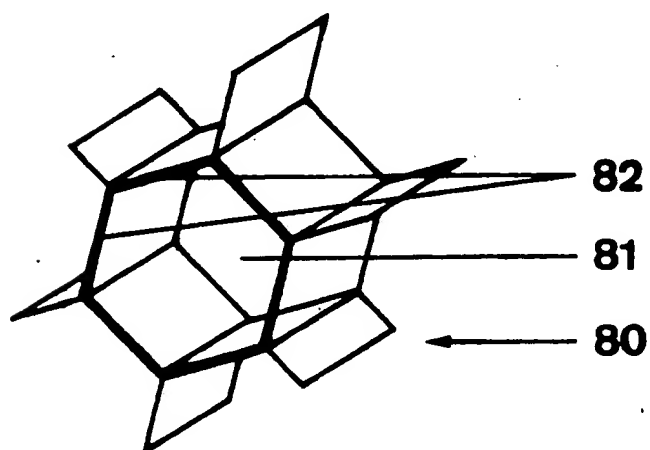


Fig. 2b



**Fig. 3a**



**Fig. 3b**

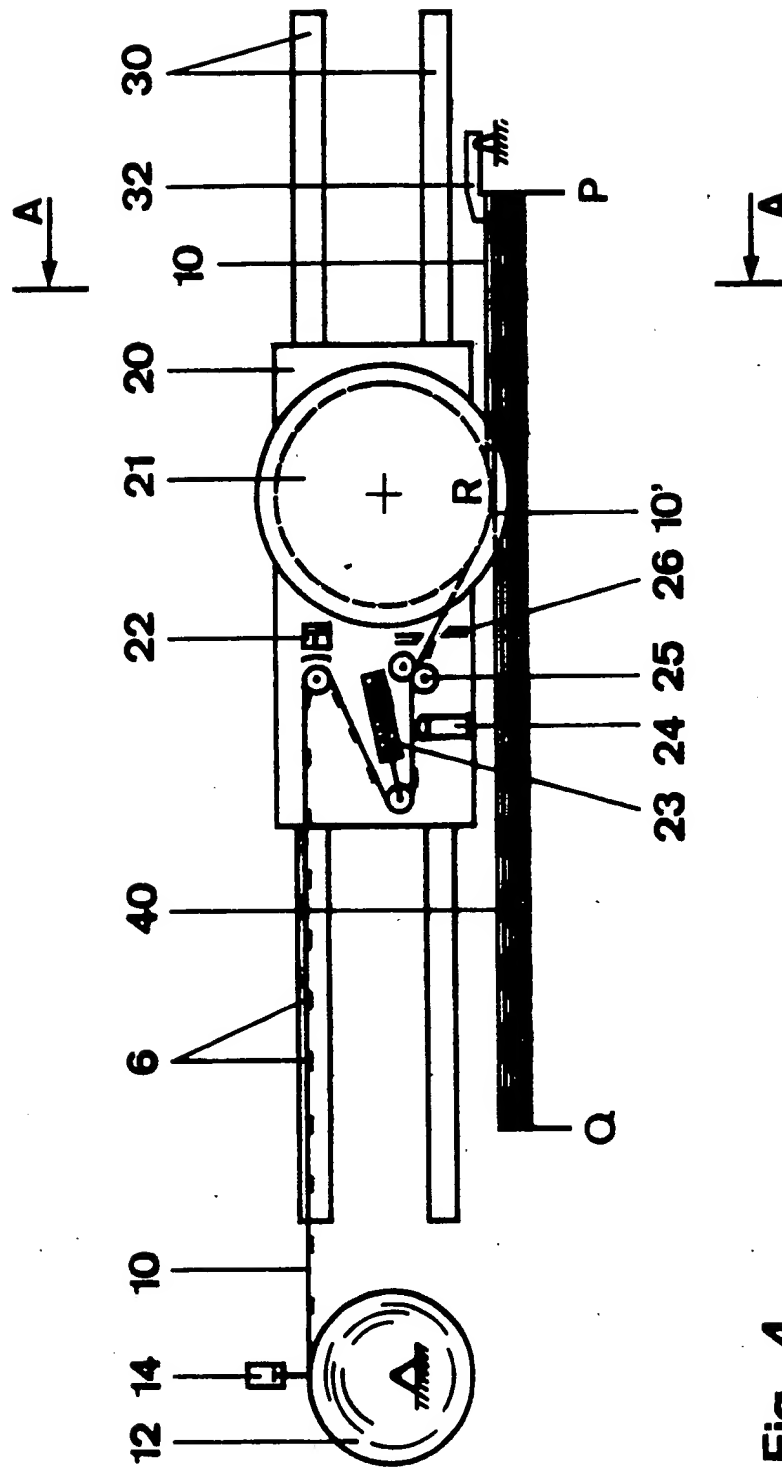
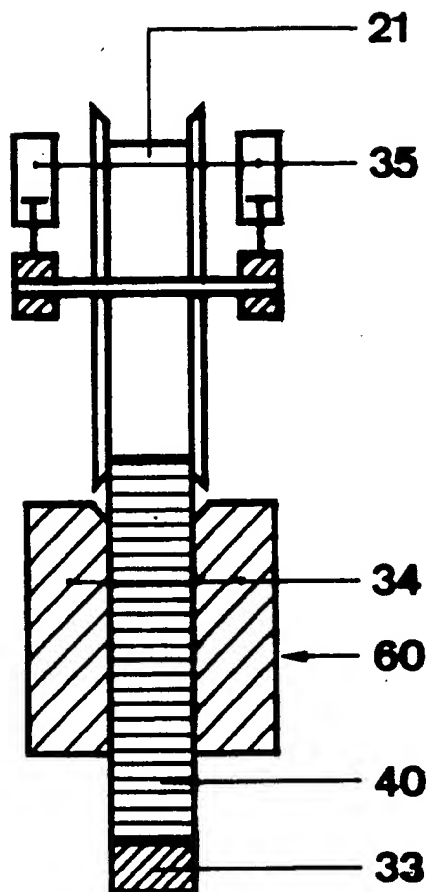
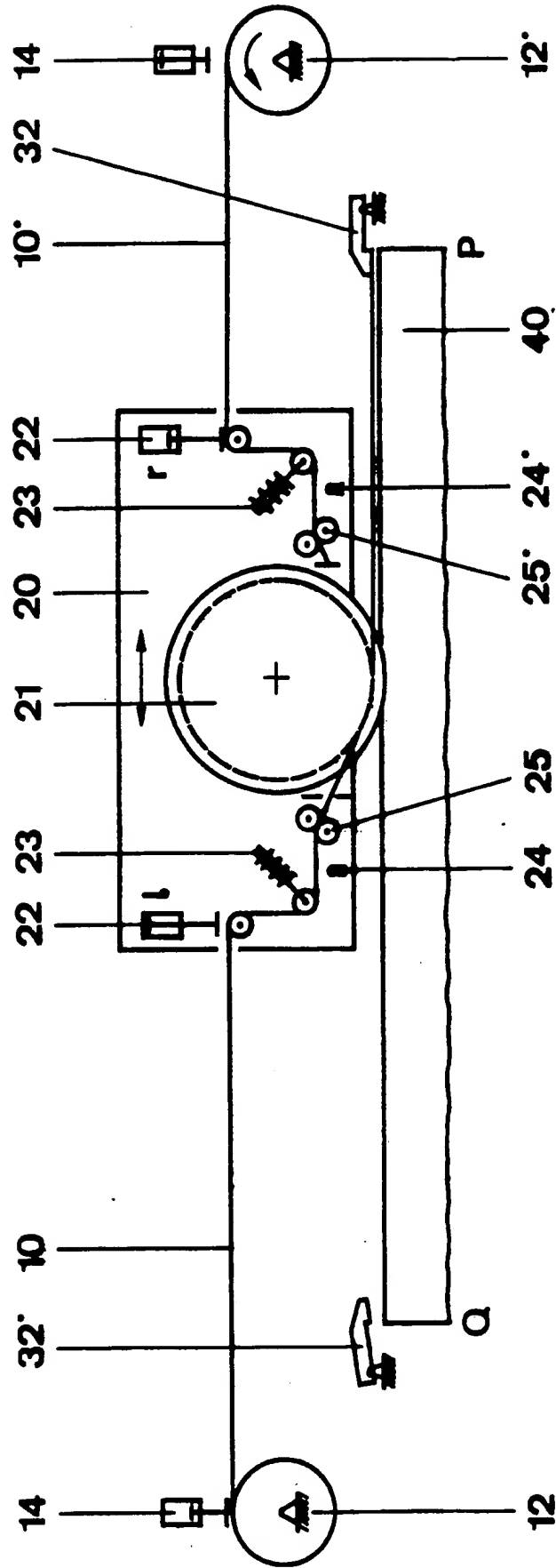


Fig. 4



**Fig. 5**



**Fig. 6**



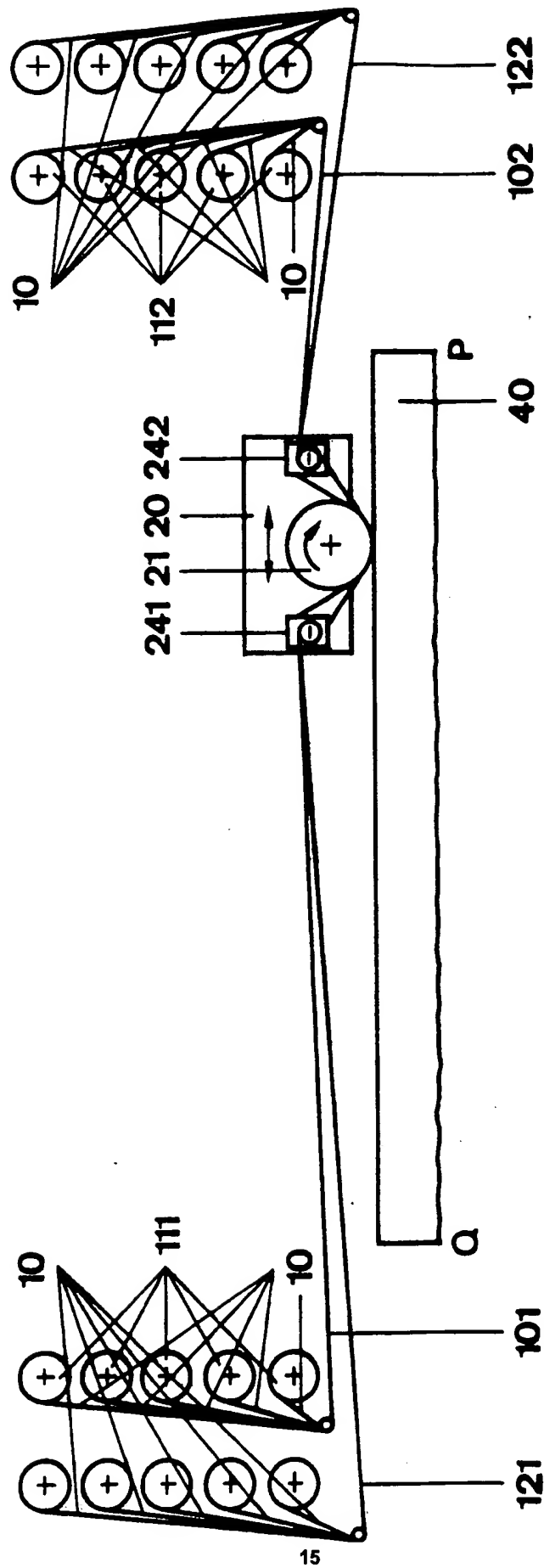


Fig. 7

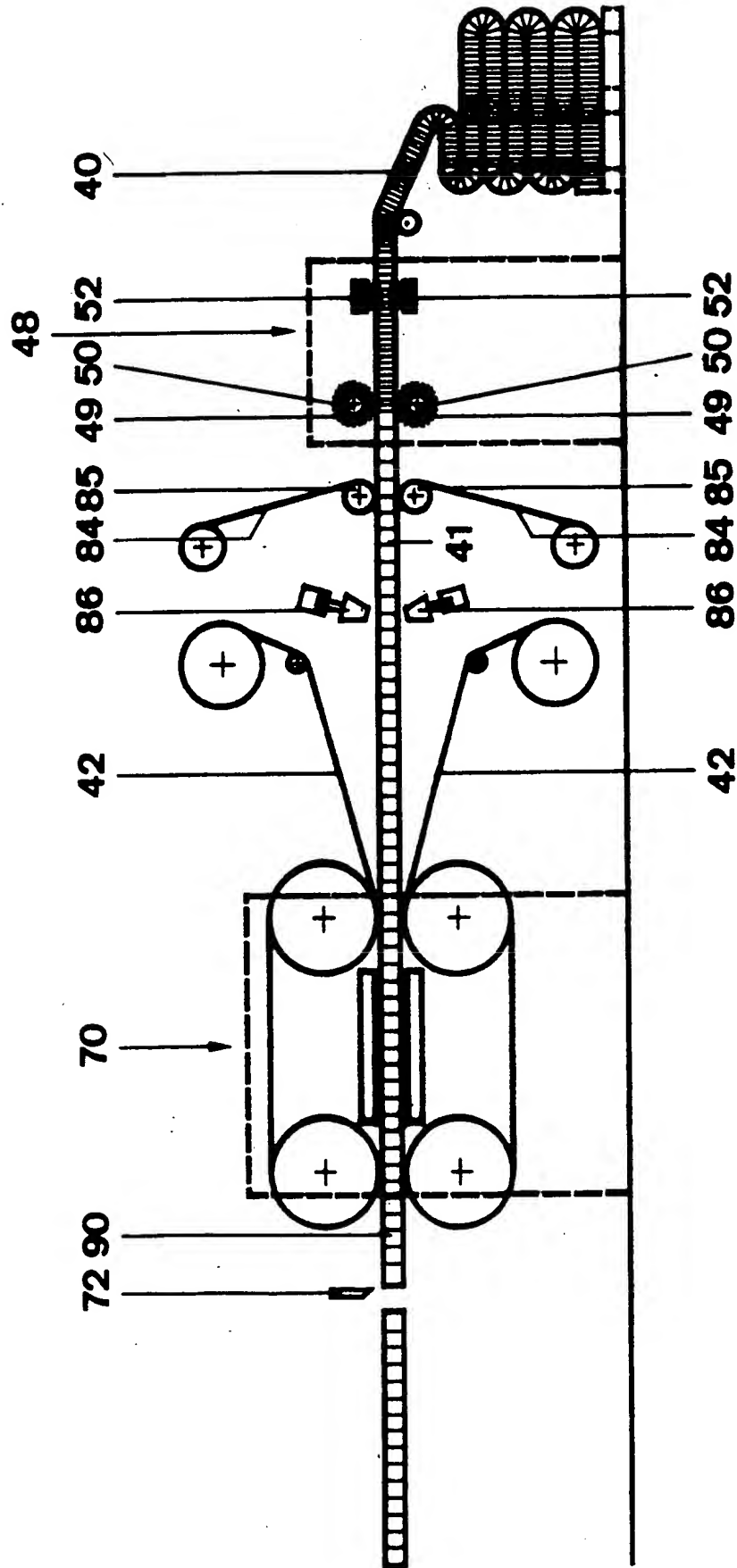


Fig. 8